

16 de Agosto de 2022

ENCOFRADOS MONOLÍTICOS FORSA – una mirada detallada

SEMINARIO SOBRE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE HORMIGÓN INDUSTRIALIZADA EN SITIO

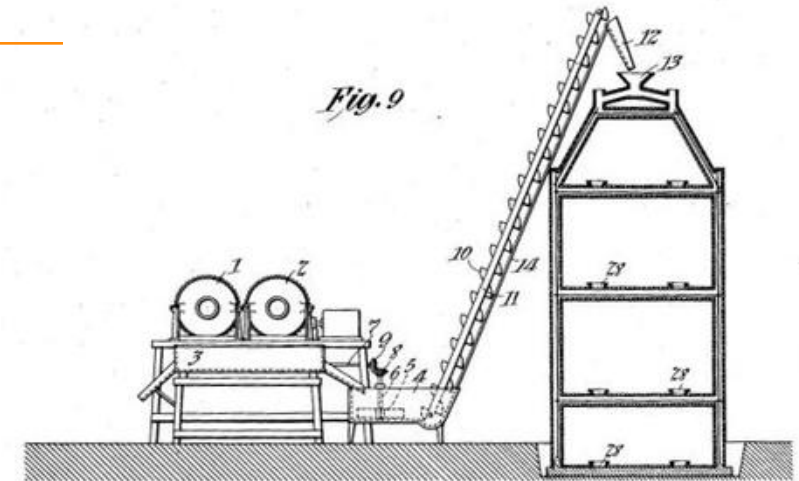
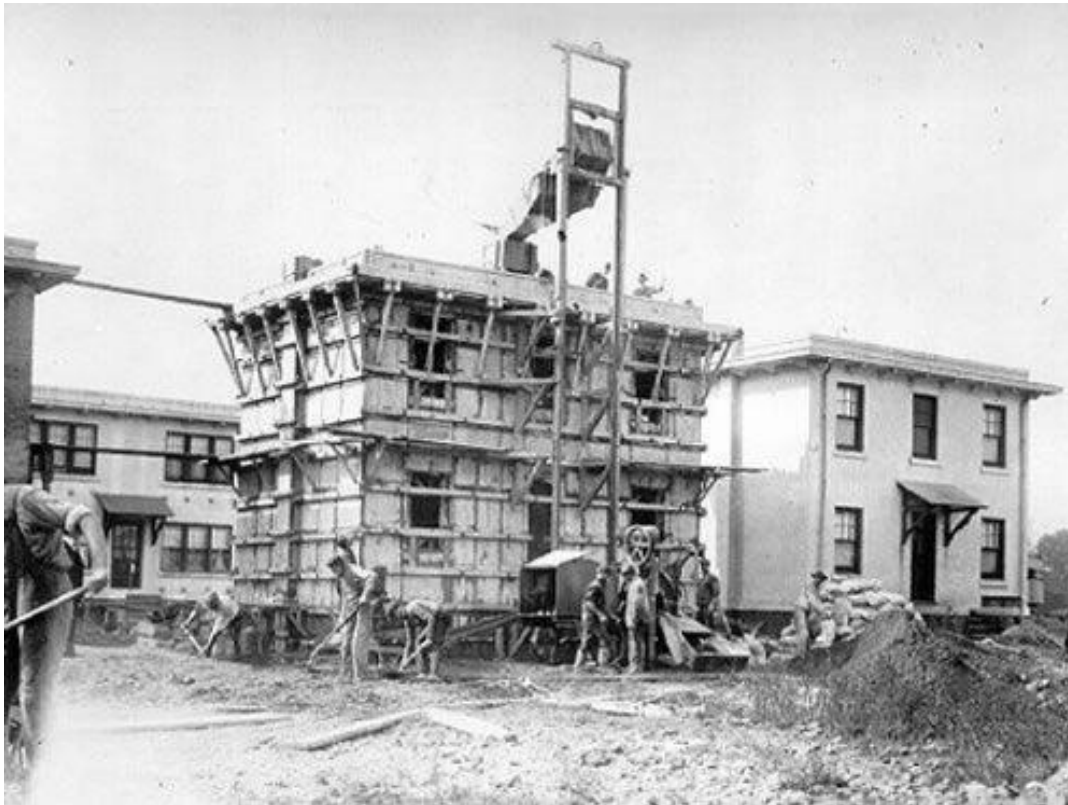
Conozca todos los detalles de implementación de este sistema de la mano de los especialistas

Iván Botero Larrañaga

FORSA S.A.

Gerente para Norteamérica, Caribe y Cono sur

Historia de la industrialización en la construcción



1,919,972.

T. A. EDISON,
PROCESS OF CONSTRUCTING CONCRETE BUILDINGS.
APPLICATION FILED AUG. 13, 1908.

Patented Mar. 19, 1917.
4 SHEET-SHEET 4.

El 13 de agosto de 1908, Thomas Alba Edison registra la patente para la construcción de una casa con un solo vaciado de concreto, utilizando un molde metálico de dos caras que se podía desarmar una vez vaciado el concreto y seguir utilizando por un número indeterminado de viviendas.





Industria: Línea de producción en serie con Tecnologías aplicadas para lograr eficiencia de mano de obra, materiales y plazos.





Cuál encofrado usar?

Siempre asociado a la tecnología que se quiere tener en obra, según:

- Condiciones de proyecto
- Número de repeticiones
- Velocidad requerida
- Superficies y terminaciones deseadas
- Proveedores disponibles en el mercado



Encofrados de aluminio

Beneficios de construir con sistemas de encofrados modulares manoportables.

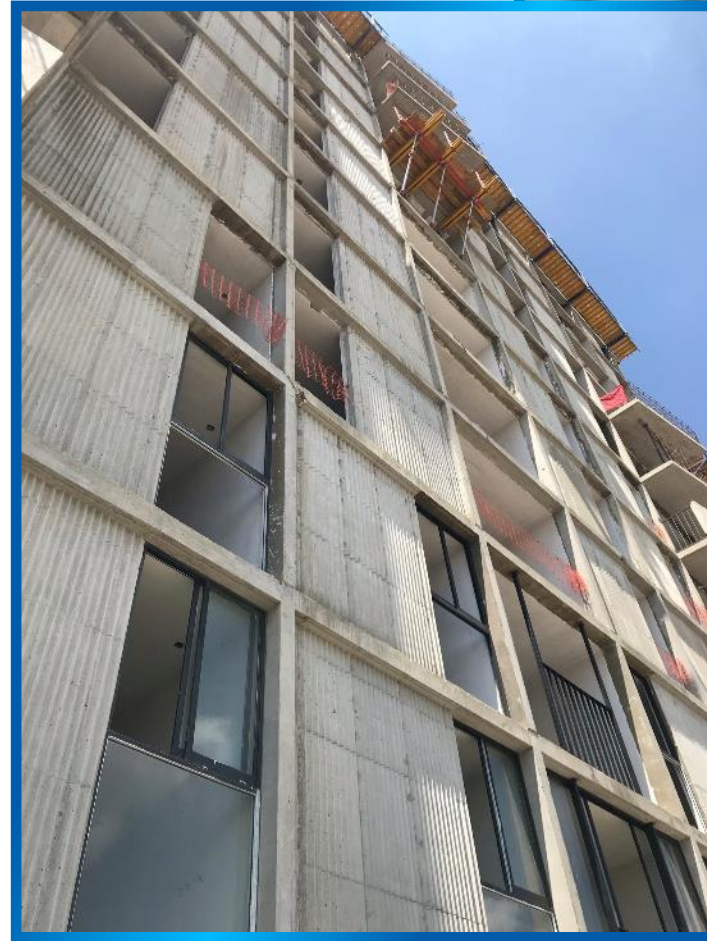
- Un juego de molde se adapta a cualquier tipo de proyecto (viviendas, edificios, bodegas, penitenciarías, etc.).
- Ofrecen entre 500 y más de 1500 reúsos dependiendo de su material y mantenimiento.



Encofrados de aluminio

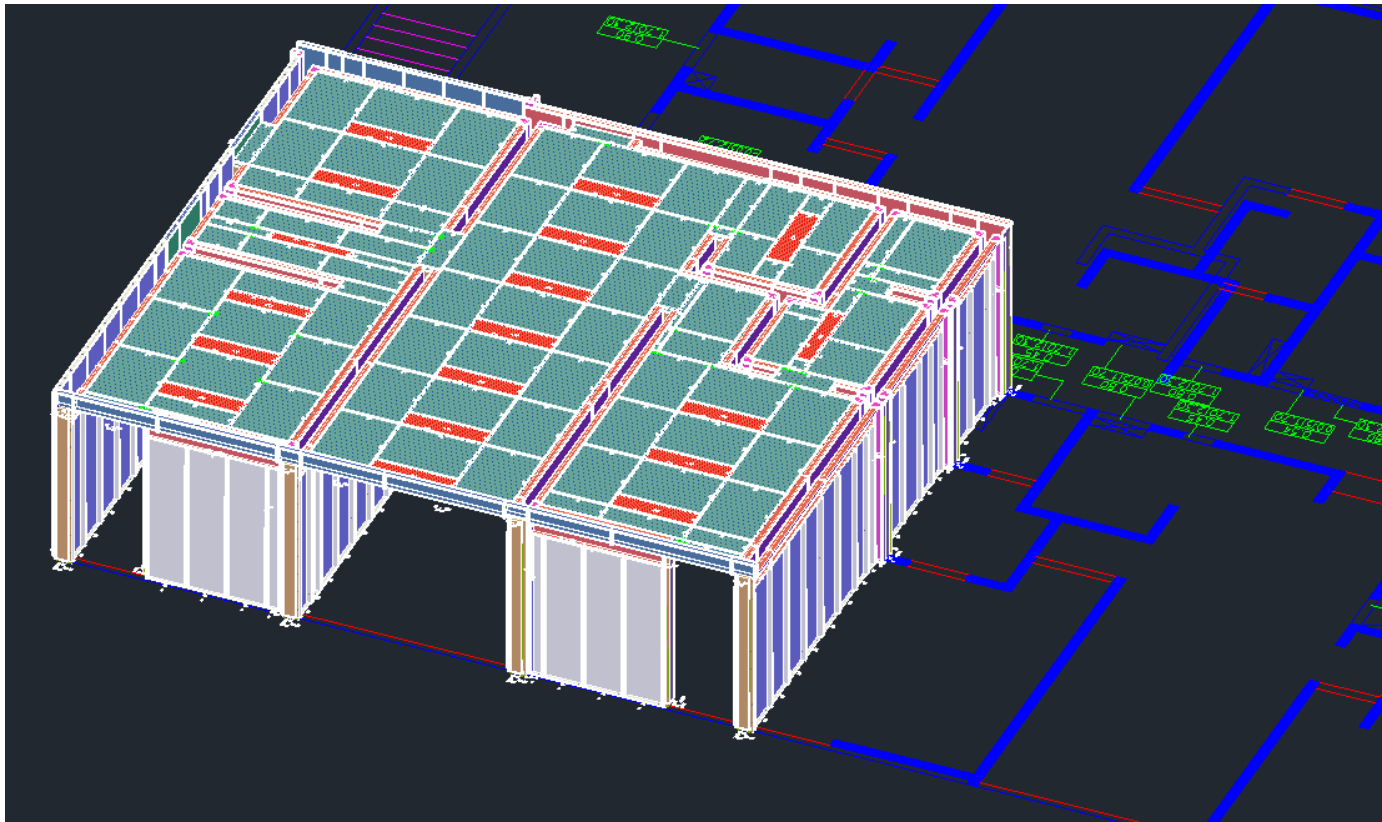
Beneficios de construir con sistemas de encofrados modulares manoportables.

- Permiten construir una unidad de vivienda por día, bajando considerablemente los costos directos e indirectos de la obra.
- El nivel de acabados sobre la superficie de concreto es muy bueno, el acabado puede ser liso o con textura.



Encofrados de aluminio

Velocidad requerida

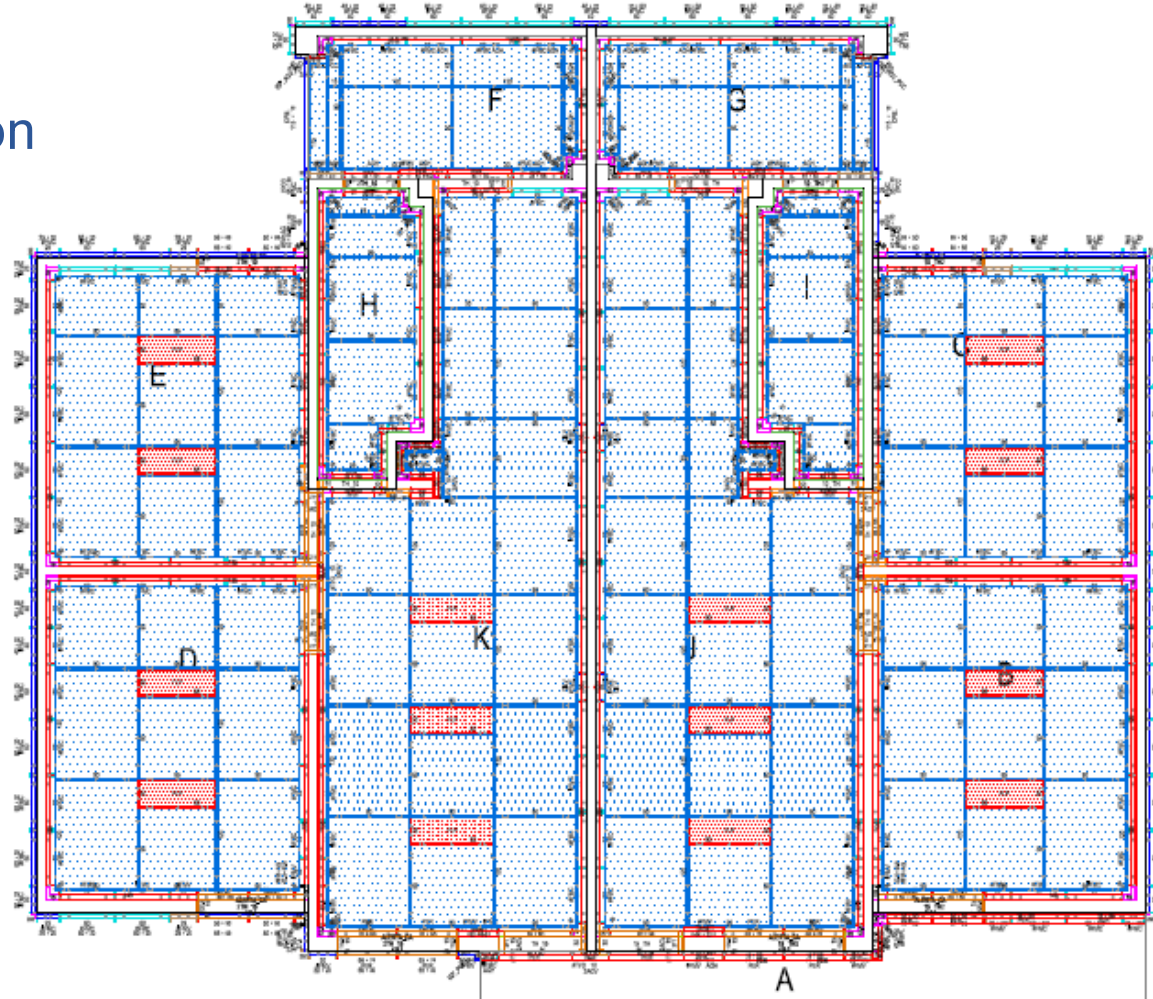


Condiciones de apuntalamiento
son críticas

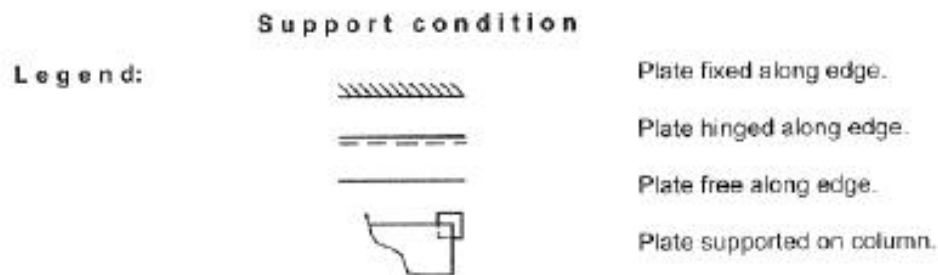
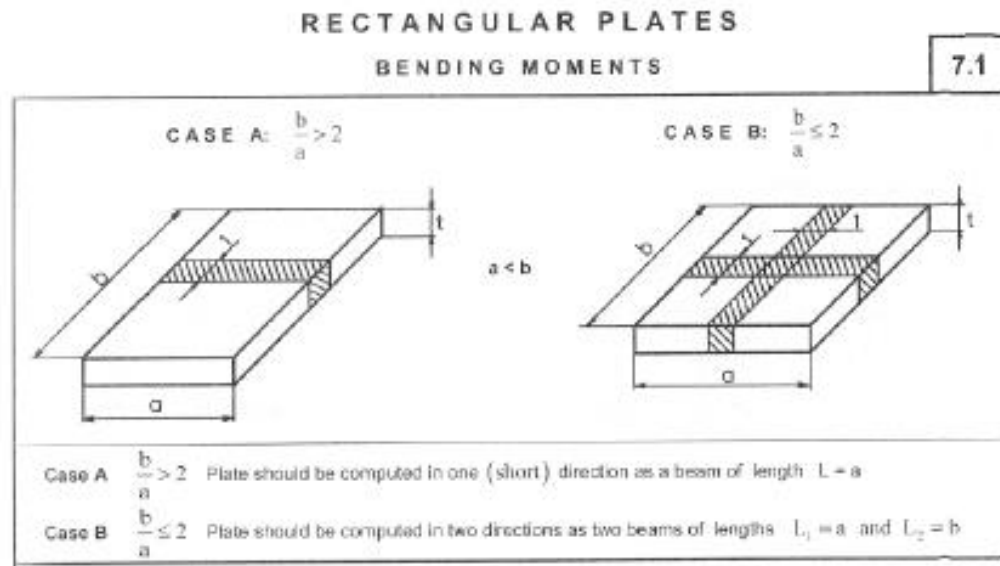


Encofrados de aluminio

Plano de
modulación
Losa

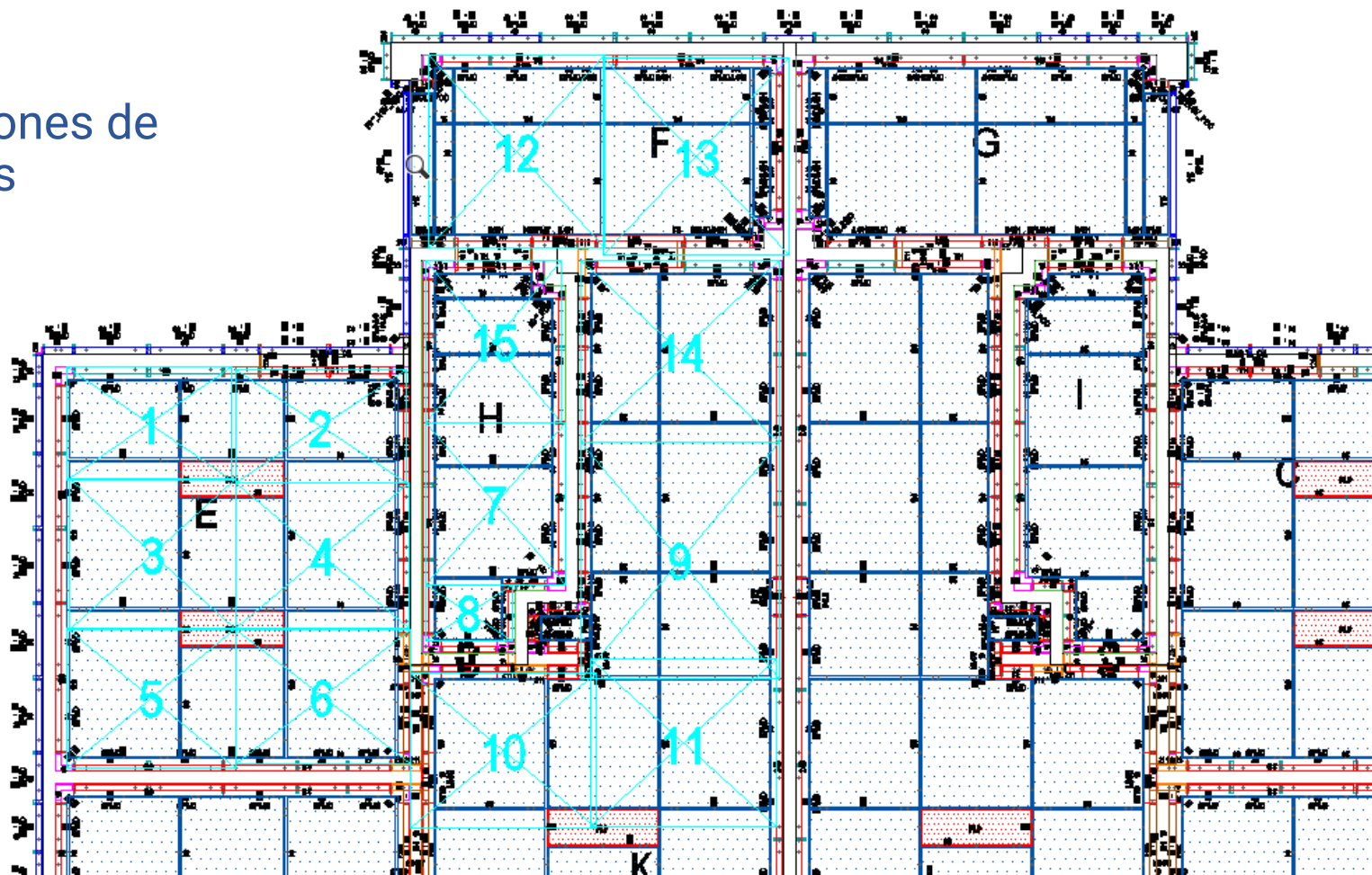


Criterios de apuntalamiento, s/ Timochenko



| Plate supports | a/b | $\alpha_{0(a)}$ | $\alpha_{0(b)}$ | $\alpha_{1(a)}$ | $\alpha_{1(b)}$ | η_0 | η_1 | η_2 |
|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|----------|----------|
| 1 | 1.0 | 0.0947 | 0.0947 | 0.1606 | 0.1606 | 0.0263 | 0.0172 | 0.0172 |
| | 0.9 | 0.0689 | 0.1018 | 0.1367 | 0.1541 | 0.0218 | 0.0119 | 0.0164 |
| | 0.8 | 0.0479 | 0.1078 | 0.1148 | 0.1486 | 0.0180 | 0.0079 | 0.0157 |
| | 0.7 | 0.0288 | 0.1132 | 0.0855 | 0.1435 | 0.0158 | 0.0050 | 0.0151 |
| | 0.6 | 0.0131 | 0.1178 | 0.0769 | 0.1386 | 0.0148 | 0.0030 | 0.0146 |
| | 0.5 | 0.0006 | 0.1214 | 0.0582 | 0.1338 | 0.0140 | 0.0016 | 0.0141 |
| 2 | 1.0 | 0.0977 | 0.1070 | 0.1578 | 0.2326 | 0.0606 | 0.0188 | 0.1011 |
| | 0.9 | 0.1007 | 0.0889 | 0.1552 | 0.2073 | 0.0418 | 0.0165 | 0.0625 |
| | 0.8 | 0.1038 | 0.0729 | 0.1526 | 0.1844 | 0.0307 | 0.0162 | 0.0406 |
| | 0.7 | 0.1069 | 0.0589 | 0.1498 | 0.1639 | 0.0247 | 0.0159 | 0.0275 |
| | 0.6 | 0.1097 | 0.0468 | 0.1470 | 0.1452 | 0.0209 | 0.155 | 0.0194 |
| | 0.5 | 0.1121 | 0.0364 | 0.1444 | 0.1314 | 0.185 | 0.0152 | 0.0142 |
| 3 | 1.0 | 0.0581 | 0.0581 | 0.1198 | 0.1186 | 0.0122 | 0.0126 | 0.0126 |
| | 0.9 | 0.0500 | 0.0540 | 0.1031 | 0.1082 | 0.0100 | 0.0089 | 0.0117 |
| | 0.8 | 0.0421 | 0.0490 | 0.0866 | 0.0986 | 0.0080 | 0.0059 | 0.0106 |
| | 0.7 | 0.0343 | 0.0432 | 0.0706 | 0.0870 | 0.0063 | 0.0037 | 0.0093 |
| | 0.6 | 0.0270 | 0.0387 | 0.0547 | 0.0739 | 0.0048 | 0.0022 | 0.0078 |
| | 0.5 | 0.0202 | 0.0294 | 0.0388 | 0.0578 | 0.0036 | 0.0011 | 0.0063 |

Análisis de condiciones de apoyo de subplacas

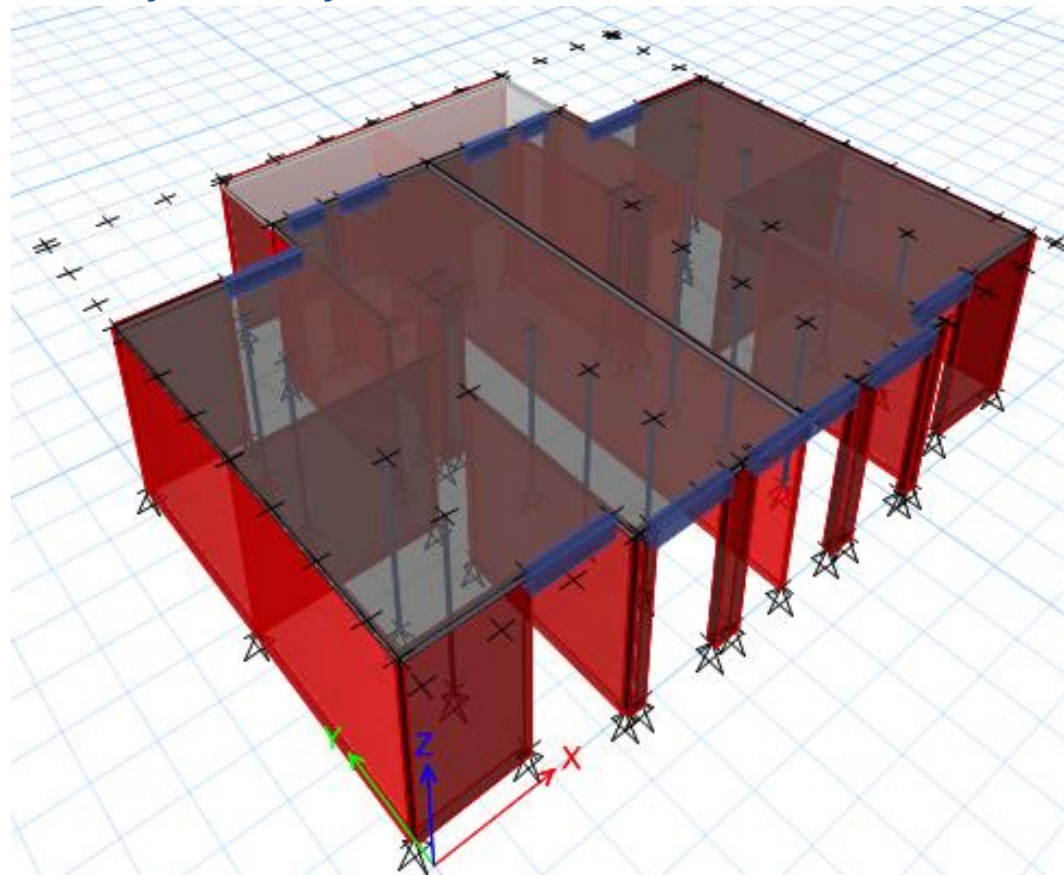


Encofrados de aluminio

| DL | LL | DL+LL | a-a | Mo(a) | t | f'c | f'r | Mr | F.S. |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-------|-----|--------------------|--------------------|---------|-------|
| Kg/m ² | Kg/m ² | Kg/m ² | | | mm | Kg/mm ² | Kg/mm ² | Kg-m/ml | |
| 540 | 100 | 640 | 0.0986 | 107 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 6.54 |
| 540 | 100 | 640 | 0.1092 | 177 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 3.95 |
| 540 | 100 | 640 | 0.1198 | 189 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 3.70 |
| 540 | 100 | 640 | 0.1092 | 166 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 4.22 |
| 540 | 100 | 640 | 0.2073 | 299 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 2.34 |
| 540 | 100 | 640 | 0.0986 | 142 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 4.93 |
| 540 | 100 | 640 | 0.0986 | 225 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 3.11 |
| 540 | 100 | 640 | 0.0870 | 27 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 25.93 |
| 540 | 100 | 640 | 0.1092 | 118 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 5.93 |
| 540 | 100 | 640 | 0.0986 | 124 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 5.65 |
| 540 | 100 | 640 | 0.0986 | 115 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 6.09 |
| 540 | 100 | 640 | 0.1844 | 228 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 3.07 |
| 540 | 100 | 640 | 0.2073 | 238 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 2.94 |
| 540 | 100 | 640 | 0.0870 | 105 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 6.67 |
| 540 | 100 | 640 | 0.0870 | 97 | 100 | 2.1 | 0.42 | 700 | 7.22 |

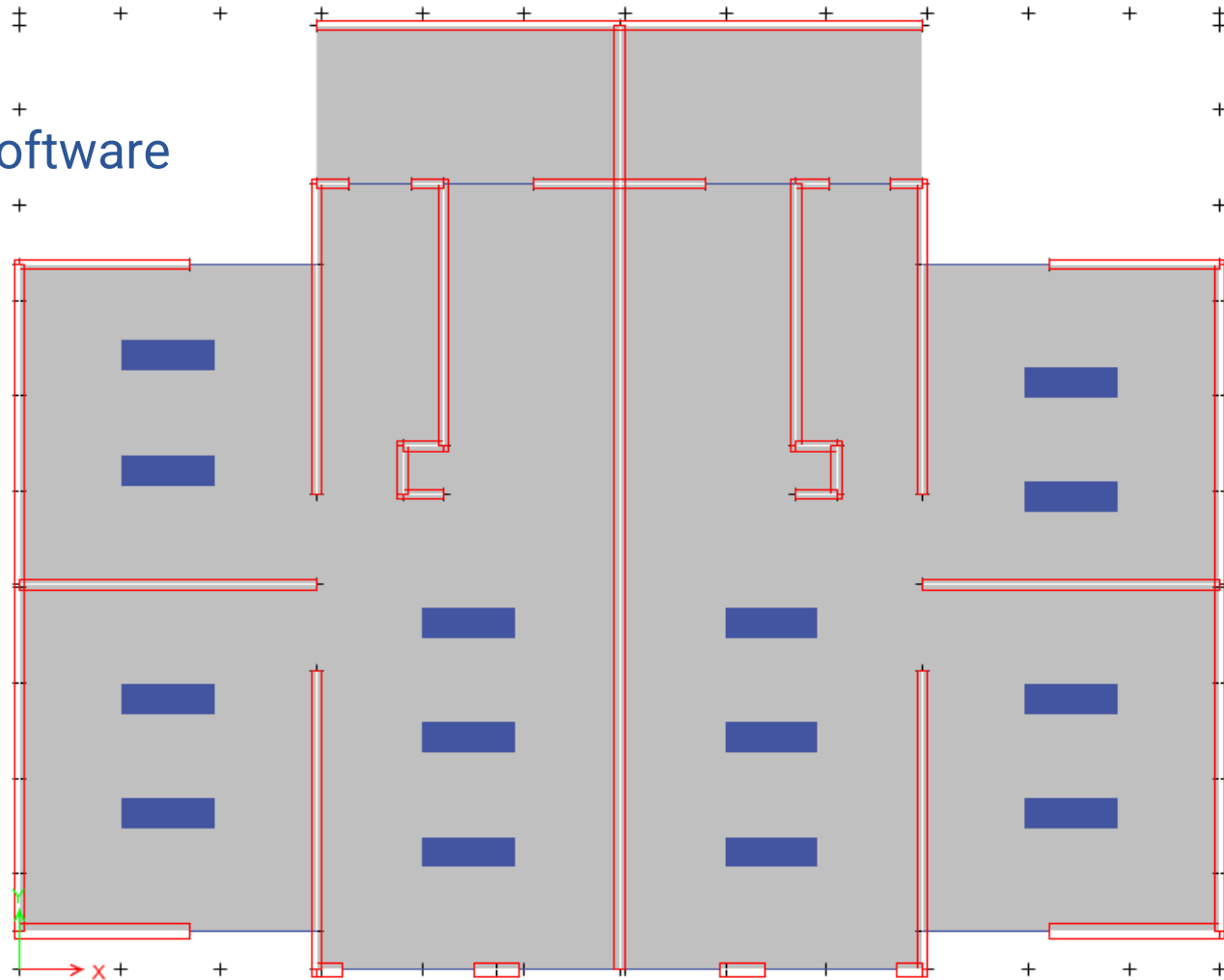
Otro método

Análisis estructural de cualquier tipo de losa para verificar solicitaciones en el concreto a edad temprana y comparar la solución de apuntalamiento propuesta a la luz de la flexión en las placas y las deformaciones máximas permitidas. Se estiman dos escenarios: con el apuntalamiento remanente y sin él y se evalúan los efectos.



Encofrados de aluminio

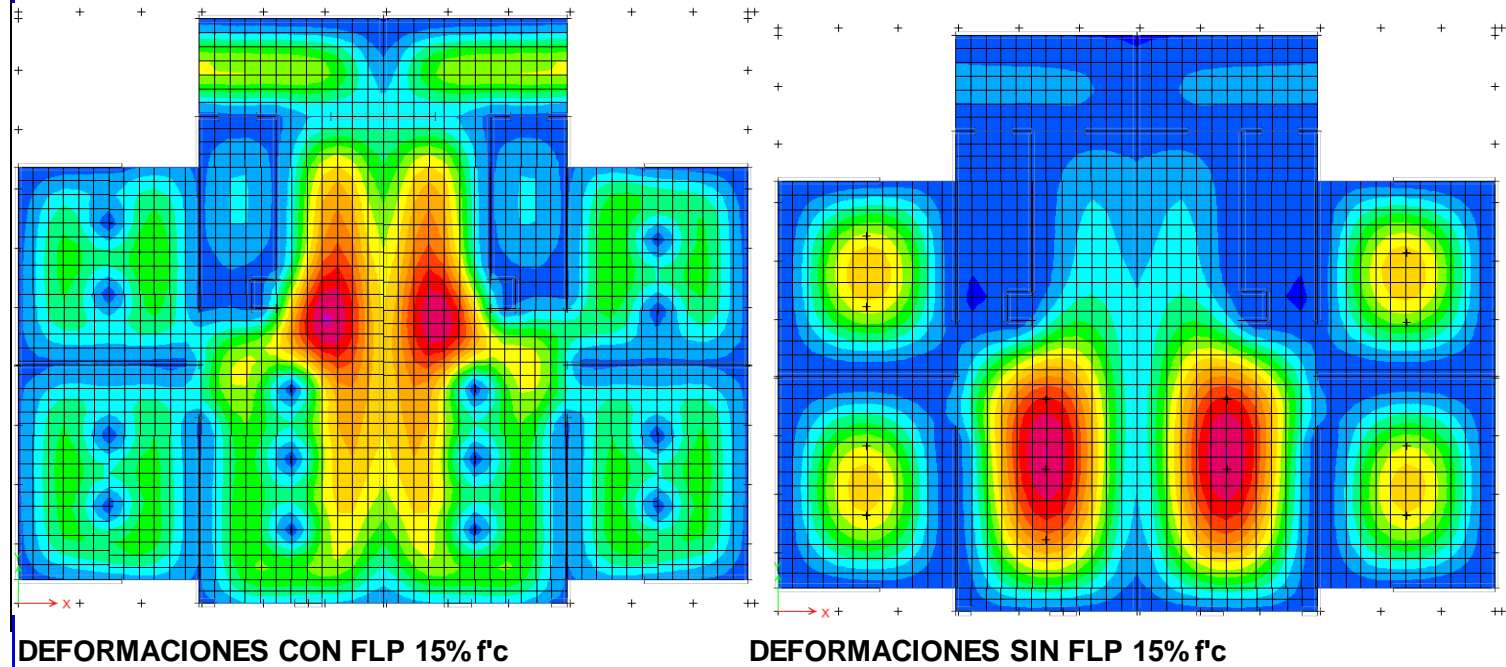
Análisis estructural vía software
especializado



Resultados de análisis estructural

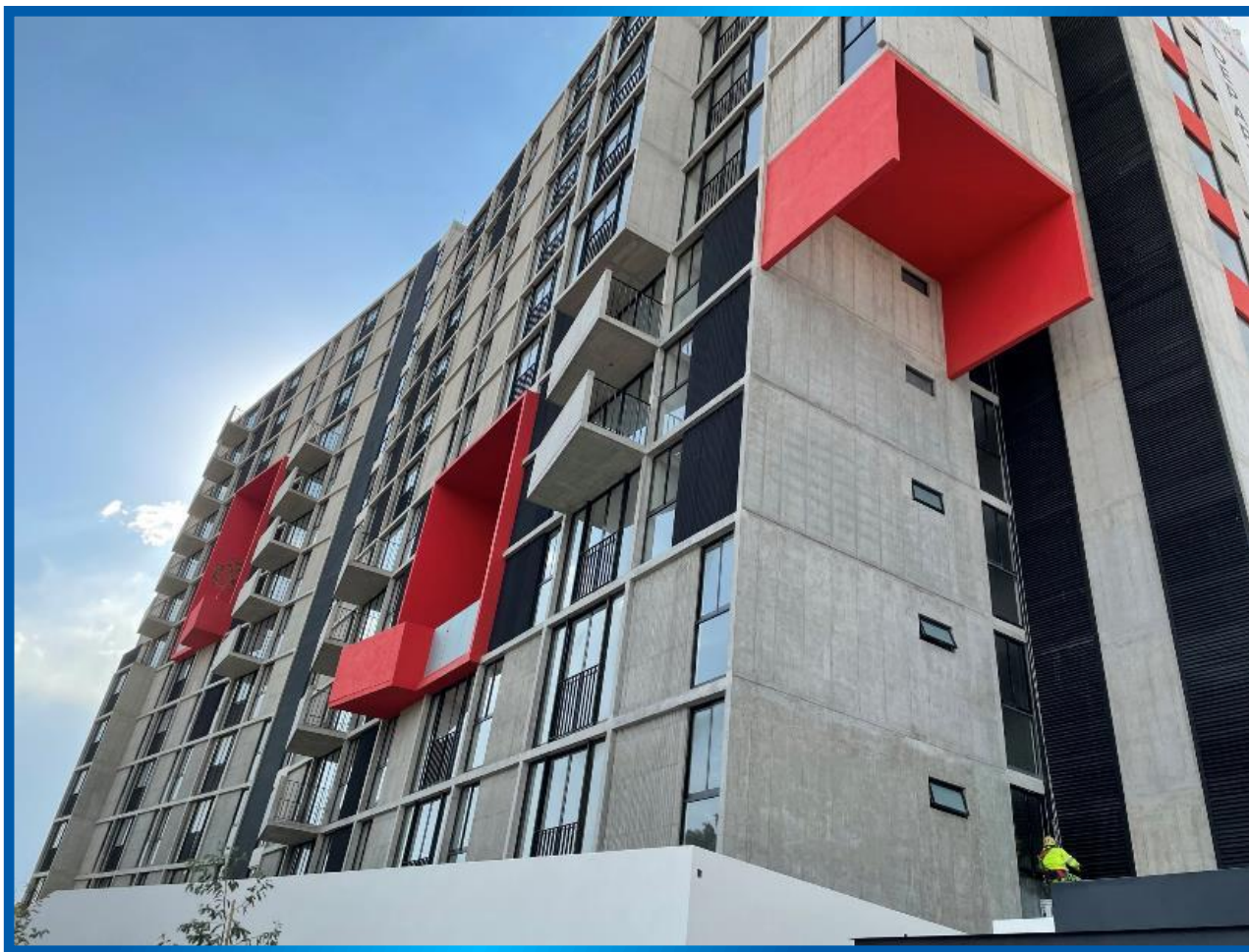
DEFORMACIONES

Se estiman deformaciones máximas del orden de 0.17 mm



Encofrados de aluminio

Superficies y terminaciones deseadas



Superficies y terminaciones deseadas



Excelentes terminaciones y acabados. Precisión en el producto terminado.

Los encofrados deben aportar la seguridad necesaria al constructor y cumplir con mínimas premisas de diseño y F.S.

347-8

ACI STANDARD

Table 2.3—Minimum safety factors of formwork accessories*

| Accessory | Safety factor | Type of construction |
|-------------------------------------|---------------|--|
| Form tie | 2.0 | All applications |
| Form anchor | 2.0 | Formwork supporting form weight and concrete pressures only |
| | | Formwork supporting weight of forms, concrete, construction live loads, and impact |
| Form hangers | 2.0 | All applications |
| Anchoring inserts used as form ties | 2.0 | Precast-concrete panels when used as formwork |

* Safety factors are based upon the ultimate strength of the accessory when new.

Superficies y terminaciones deseadas

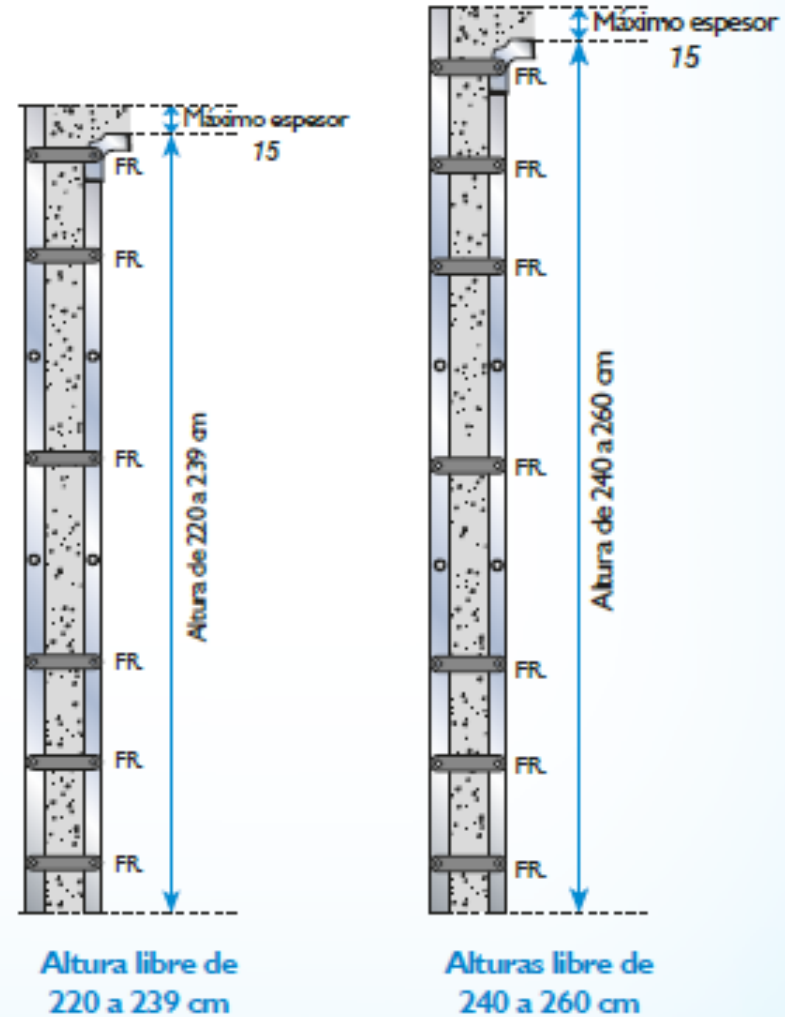
Deformación máxima de hasta 3 mm en cualquiera de los sentidos de los paneles, siempre dentro del rango elástico del Normalmente jamás se llega a deformar los 2 mm.

F.S.= 2.0 para presiones de hasta 60 kPa.



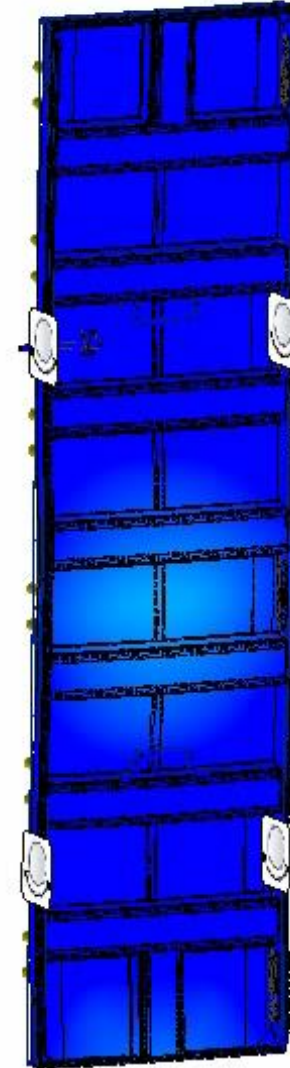
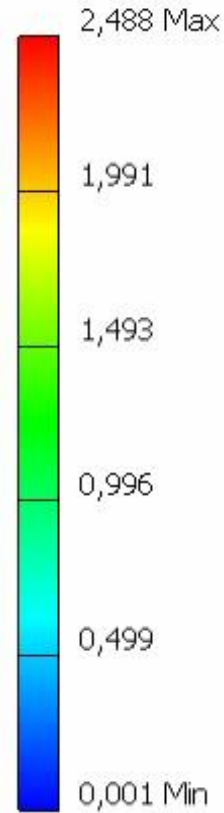
Superficies y terminaciones deseadas

Configuración de corbatas de acuerdo a la altura

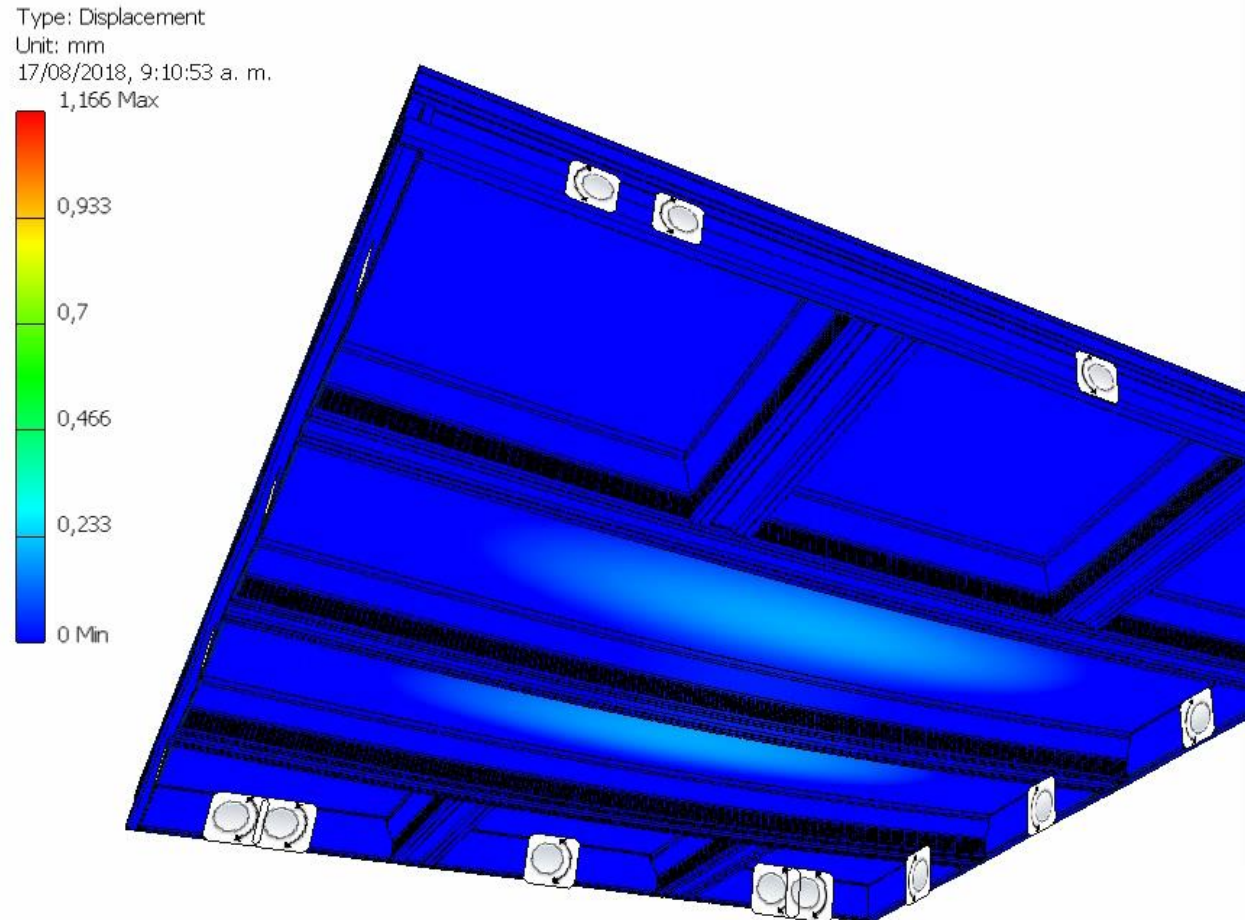


Simulación panel de muro

Type: Displacement
Unit: mm
13/08/2018, 11:52:39 a. m.



Superficies y terminaciones deseadas



CUMPLIMIENTO DE TOLERANCIAS SEGÚN ACI 117

Argumentamos que se puede obtener una calidad premium debido al control de deformaciones que se logra, estando un 50% por debajo de la exigencia del ACI para un concreto arquitectónico – a la vista-

Recordemos: 3 mm nuestra oferta de valor como fabricantes de moldes.

Superficies y terminaciones deseadas

Grado 1 (G1): Recomendado para hormigones arquitectónicos a la vista.

Grado 2 (G2): Recomendado para hormigones que serán empastados, pintados o maquillados.

Grado 3 (G3): Recomendado para hormigones que quedarán expuestos a la vista, pero en los cuales su apariencia no es tan importante como en el Grado 1.

Grado 4 (G4): Recomendado para obras gruesas.

Tolerancias

| Tolerancias de terminación del muro según clasificación | | | | | | | |
|---|---------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------------|
| | Planeidad | Planeidad | Planeidad | Planeidad | Resaltes | Variaciones respecto a ejes | Variaciones en vanos |
| Altura | $h \leq 1.5m$ | $h \leq 3m$ | $3 < h \leq 6m$ | $h > 6m$ | Puntuales | | |
| Grado | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| G1 | ±4 | ±6 | ±10 | ±25 | 3 | ±5 | ±5 |
| G2 | ±5 | ±7 | ±12 | ±30 | 5 | ±6 | ±5 |
| G3 | ±7 | ±12 | ±18 | ±30 | 5 | ±10 | ±5 |
| G4 | ±8 | ±15 | ±20 | ±30 | 8 | ±15 | ±10 |

La medición de planeidad general, para un muro hasta tres metros ($h \leq 3m$) de altura es aquella que es posible medir con una regla en cualquier dirección de la superficie de la cara del muro.

Para muros de alturas mayores se mide la planeidad en la onda larga del muro.

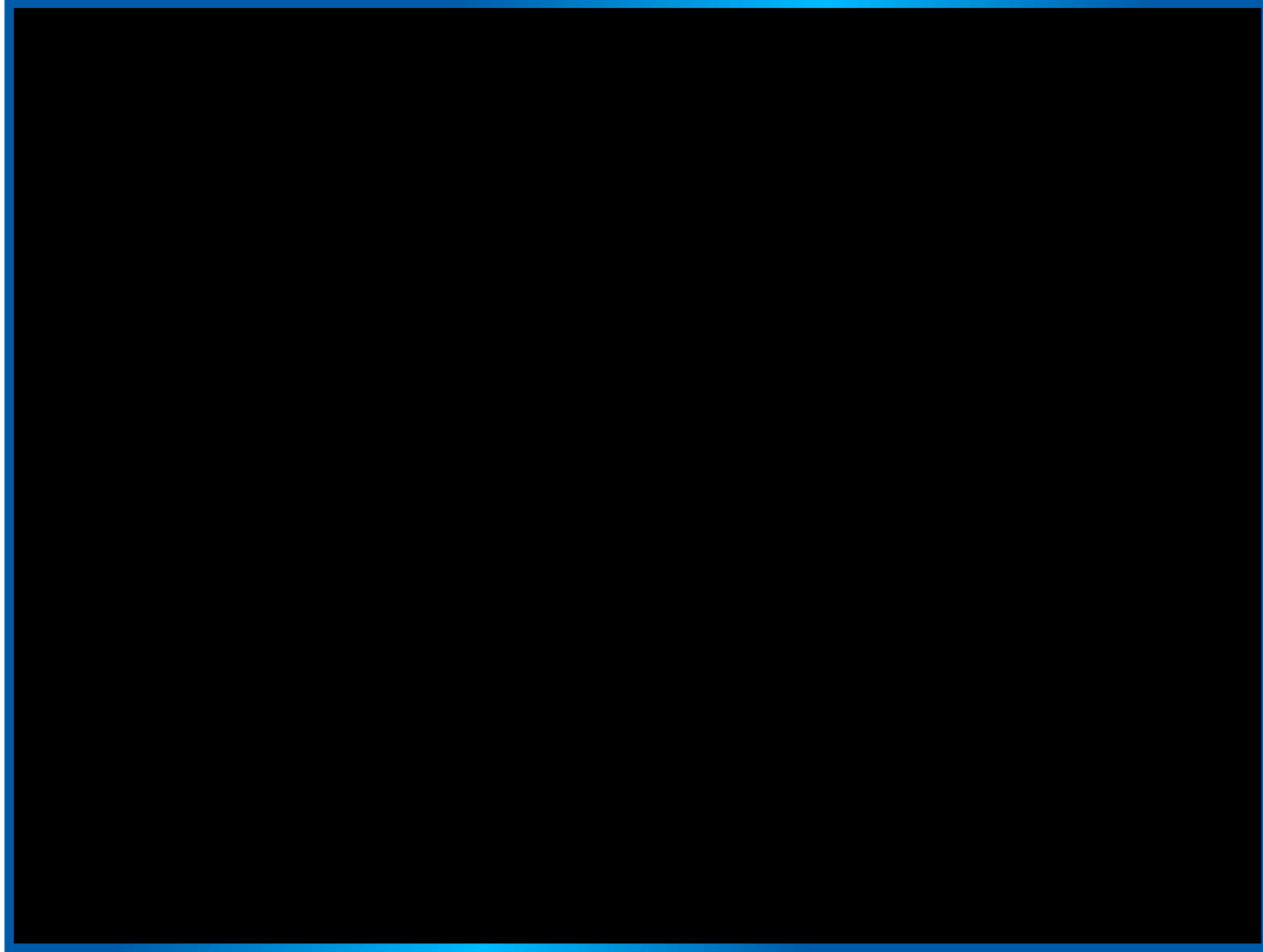
| Tolerancias del espesor del muro | | |
|----------------------------------|----------------------|------------|
| $e \leq 30cm$ | $30cm < e \leq 90cm$ | $e > 90cm$ |
| +10mm | +13mm | +25mm |
| -6mm | -10mm | -19mm |

Proveedores disponibles en el mercado

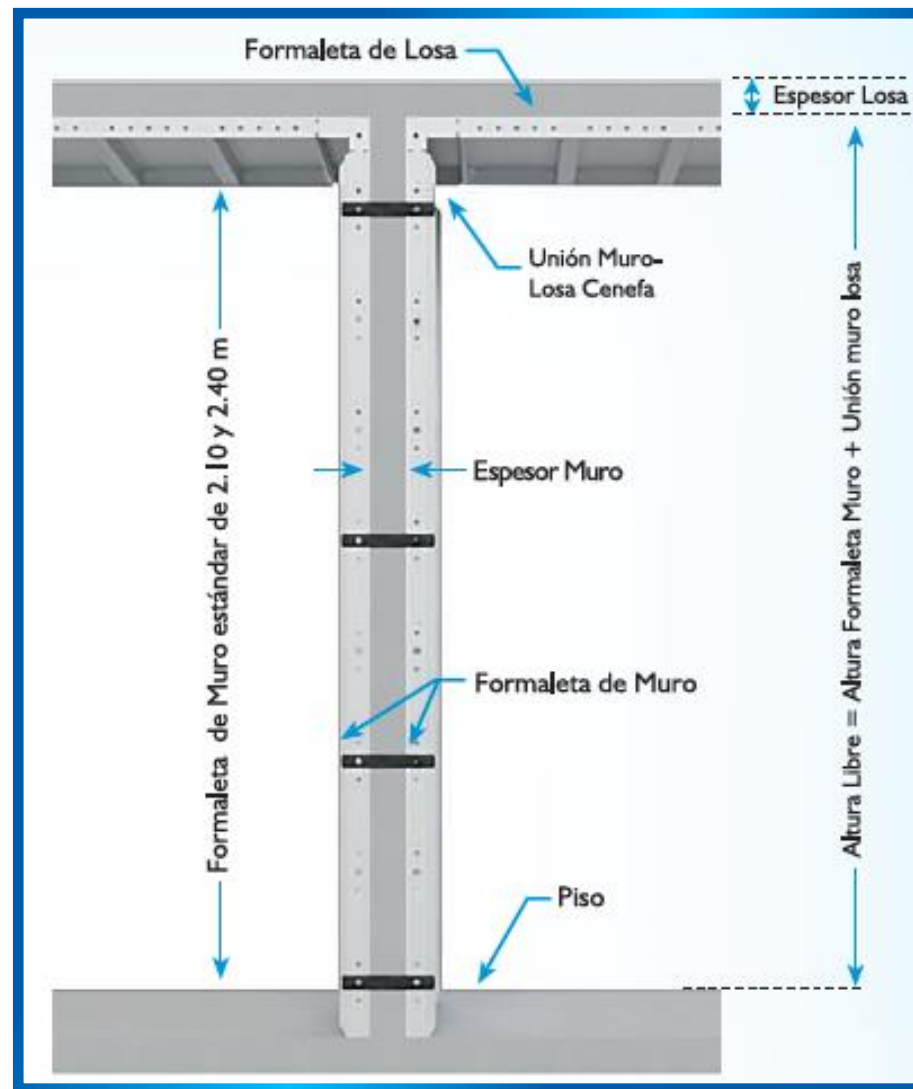


- El lenguaje para comunicarse; son interacciones de ingeniería de detalle que tienen que darse sin lugar a dudas.
- Soporte técnico con asesoría permanente y disponibilidad de piezas y accesorios con presencia local o facilidades para que esto se preste en el menor tiempo posible.
- Proveedores con conocimiento del mercado y experiencia reconocida; con productos pensados para el uso rudo en obra y atendiendo las necesidades específicas de cada proyecto.

Proveedores disponibles en el mercado



ENCOFRADO MONOLÍTICO



Tipos de paneles

El panel de muro.

Su nomenclatura es FM
El Tamaño máximo es
de 60 cms de ancho,
con altura hasta 240.



Panel de losa

Su nomenclatura es
FL
El tamaño máximo es
de 80 cm x 120



La unión muro losa

Su nomenclatura es
EQL
Sirve de conector entre
el panel y la losa
Tienen diferentes
alturas: la tipo cuchilla
con 7 mm de altura, y
la de 5, 10 20 y 30 cms



Otros tipos:

- Caps- CP
- Esquineros
internos – EQM
- Tapamuros para
puertas y
ventanas: TPV -
TPH



Accesorios

Accesorios de sujeción:

Utilizados para unir los paneles entre si

Tenemos los básicos:

- Pin flecha - Grapa candado
- Pin (corto, mediano, largo) - Pin grapa - las cuñas y las corbatas.



Accesorios de Alineación:

Utilizados para alinear correctamente cada muro.

- Porta alienadores
- Tensor de muro
- Tensores de puertas y ventanas
- Alineador de Cap con cuerda de vida



Kit de herramientas

Vienen las herramientas especialmente diseñadas para el armado y el desencofre para ser utilizadas durante el proceso y evitar golpear el encofrado con martillos y barras que le ocasionan un rápido deterioro.

- Sacapaneles
- Sacacorbatas
- Barreta Niveladora



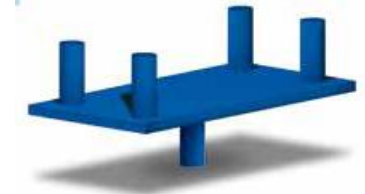
PIEZAS BÁSICAS - muros



PIEZAS BÁSICAS - muros

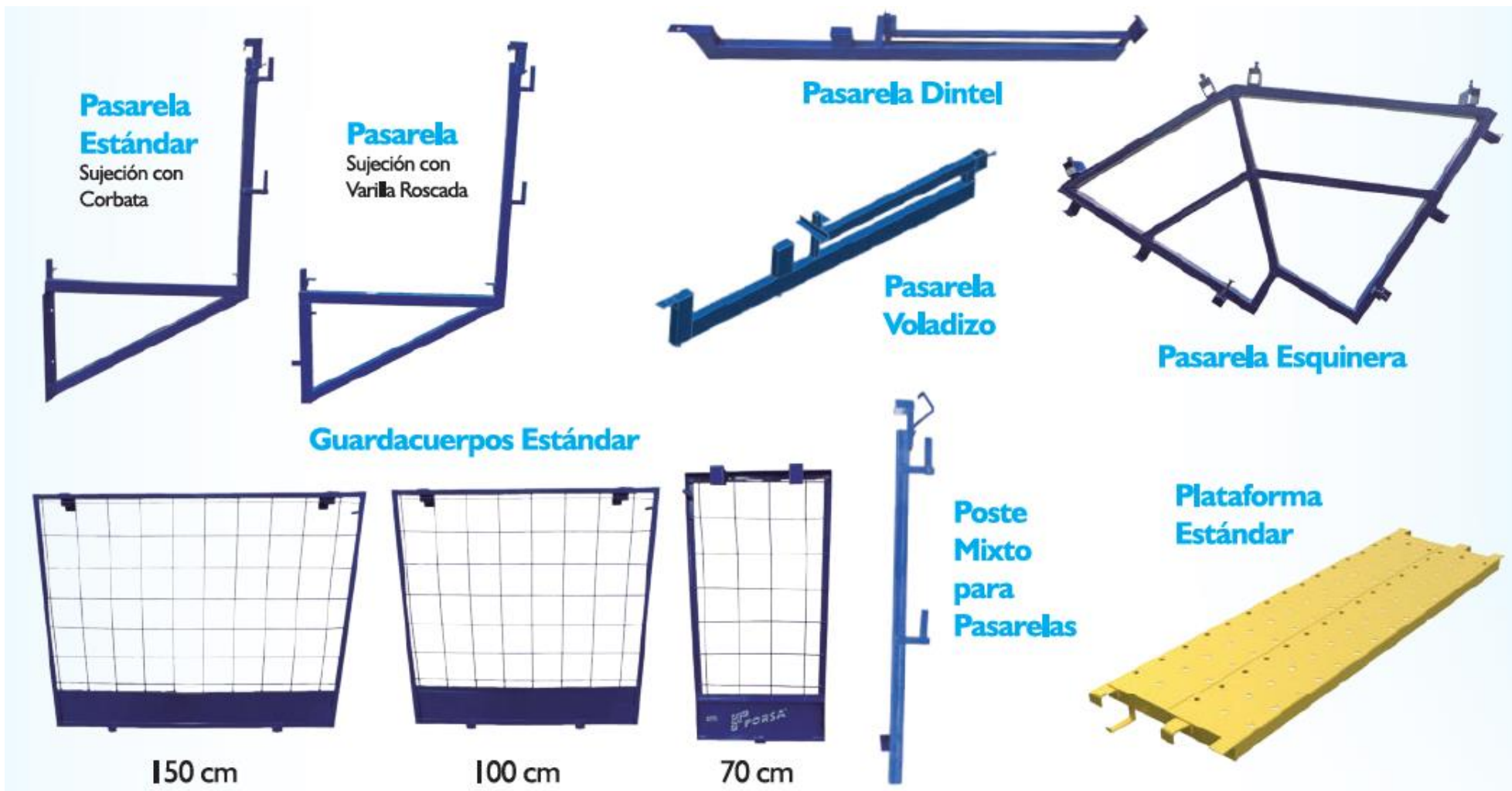


PIEZAS BÁSICAS - losas

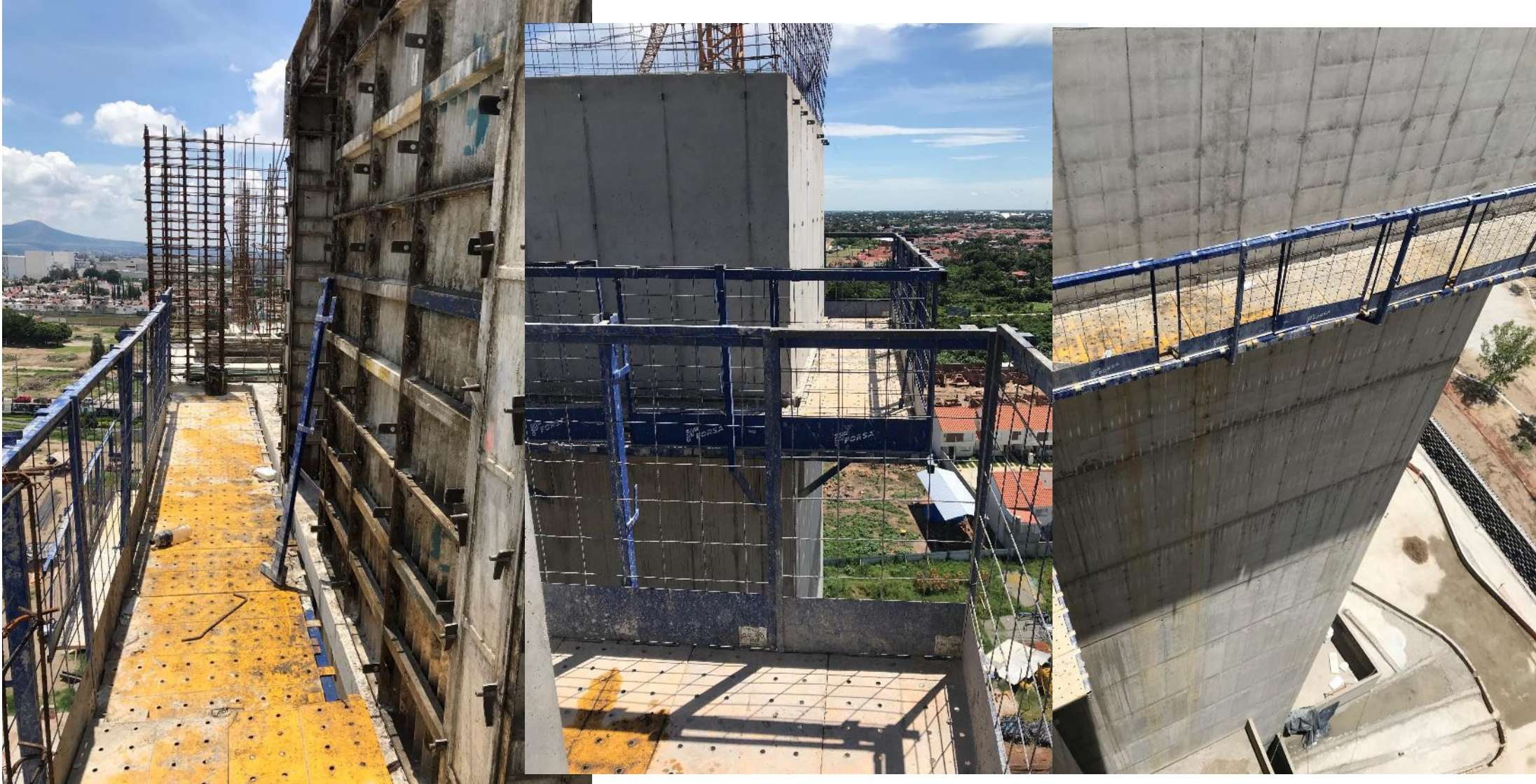




PIEZAS BÁSICAS – sistema de seguridad



PIEZAS BÁSICAS – sistema de seguridad



MANTENIMIENTO



- Previo al armado
 - Aplicación/uso de desmoldante para metal
- Durante el vaciado
 - Lavado o enjuague en cara externa – eliminar exceso de lechada
- Post vaciado
 - Limpieza abrasiva con espátula, viruta o similar de cara ext e int.
 - Limpieza del sitio de desencofre
 - Recolección de accesorios sueltos

SEMINARIO SOBRE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE HORMIGÓN INDUSTRIALIZADA EN SITIO

Conozca todos los detalles de implementación de este sistema de la mano de los especialistas

ENCOFRADOS MONOLÍTICOS FORSA – una mirada detallada

Iván Botero Larrañaga

ivanbotero@forsa.net.co - +57 3147404454

FORSA S.A. – Gerente para Norteamérica, Caribe y Cono sur



Vivienda de
Hormigón
Industrializada
en Sitio



Líderes en
innovación y
Transformación
Tecnológica



ASOCIACIÓN
ARGENTINA del
HORMIGÓN
ELABORADO



Con el apoyo de:

